

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-130711

(43)Date of publication of application : 01.05.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

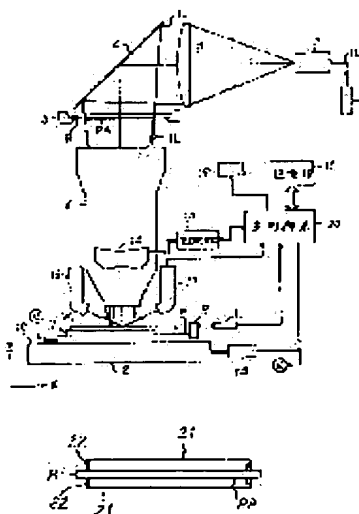
(21)Application number : 02-250288

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 21.09.1990

(72)Inventor : KAWAKUBO SHOJI
TANIGUCHI TETSUO

(54) PROJECTION OPTICAL APPARATUS



(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a definite image-formation characteristic irrespective of various characteristics of a mask by providing the following: an operation means which operates the correction amount of the image-formation characteristic of a projection optical system; and an image-formation characteristic correction means which corrects the image-formation characteristic of the projection optical system on the basis of the correction amount.

CONSTITUTION: When a reticle R provided with pellicles 21 is used, characteristic data such as the material and the like of the reticle R and the pellicles 21 are read out in advance from a storage part 18; the atmospheric pressure and the like inside a reduction-type projection aligner are detected by using a sensor 19 and are input to a main control system 20. The change amount of the image-formation characteristic of a projection lens 5 by a change in surroundings, by the absorption of exposure light and the like and the change amount of the image-formation characteristic according to the characteristic of the reticle and the pellicles are computed respectively. The change amount of a magnification and a focus

together with them is found. By this invention, the magnification and the focal position are considered as the image-formation characteristic to be corrected, and a change in the image-formation characteristic by various characteristics of a mask is corrected by using a correction mechanism. As a result, an effect that the various characteristics of the mask do not affect the image-formation characteristic is obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-130711

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)5月1日

H 01 L 21/027
G 03 F 7/20

5 2 1

7818-2H
7352-4M
7352-4M

H 01 L 21/30

3 1 1 L
3 0 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 投影光学装置

⑯ 特 願 平2-250288

⑰ 出 願 平2(1990)9月21日

⑱ 発 明 者 川 久 保 昌 治 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 発 明 者 谷 口 哲 夫 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑳ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年

明 細 書

1. 発明の名称

投影光学装置

2. 特許請求の範囲

所定のパターンが形成されたマスクを照明し、該パターンの像を投影光学系を介して、液投影基板上に所定の結像状態で結像させる投影光学装置において、

前記投影光学系の結像特性に影響を与える前記マスクの特性データを予め記録しておく記録手段と、

前記記録手段に記録された前記特性データに基づき前記投影光学系の結像特性の補正量を演算する演算手段と、

前記補正量に基づき前記投影光学系の結像特性を補正する結像特性補正手段とを具備したことを特徴とする投影光学装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、半導体集積回路製造等に用いられる

投影光学系を備えた露光装置等において、マスクの特性に基づく結像特性の変化を補正して結像特性を向上させた投影光学装置に関するものである。

〔従来の技術〕

近年、半導体集積回路のパターンが微細化するに伴い、環境(大気圧、温度、湿度等)の変化や露光光吸収等による投影光学系の結像特性の変化を補正する必要が生じてきた。

従来の投影光学装置における結像特性の補正手段としては、環境変化等をモニターするセンサの出力に基づいて光学系自体の変動量を演算し、それに基づいて結像特性を補正するものがある。

例えば「特開昭60-78454号」では、上記演算値に応じて投影レンズの結像特性の変化を補正するため、投影レンズ内の一部のレンズ間隔を密閉し、その空気圧力を変動させて、倍率、焦点位置等の結像特性を補正する方法が開示されている。また、投影レンズを構成するレンズ・エレメントの一枚または複数のレンズエレメントを3次元(水平面に対する2次元傾斜も含む)に配

動することにより、倍率、像面歪曲、焦点位置等の結像特性を補正する方法が提案されている。

一方、大気圧の変化による投影光学系自体の結像特性、特に焦点変動を補正する方法としては、例えば「特開昭61-183928号公報」に示されるように、投影光学系の最良結像面とウェハ表面とのずれを検出する斜入射光方式の焦点検出系に対し、上記変化による投影光学系の結像面の変動量を演算にて求めてオフセットを与えるもので、1ショット毎に焦点検出系を用いて結像面とウェハ表面とを一致させながらパターン露光を行っている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記の従来技術では、結像特性を変動させる要因としては、主に投影レンズに影響を及ぼすもののみが考慮され、その原因として大気圧、チャンバ温度変化、投影レンズの露光光線の吸収等が考えられていた。

しかし、近年、集積回路のパターンが微細化するにしがたい、マスク自体の影響によるものが問

題となってきた。ここで、マスクとは回路パターンが形成されたガラス基板と、この基板面への異物の付着を防止するためのベリクル（もしくはカバーガラス）とを指しており、以下の説明においては、ガラス基板（以下レチクルと呼ぶ）とベリクルとを分けて考えることにする。

上記の影響の一例としては、まずレチクル自体の微小な変形や、レチクルの厚みと材質（屈折率）等が考えられ、これらが結像特性に与える影響が問題となっている。

一方、近年露光エリアの面積が拡大しており、これに伴ってレチクルのサイズ（パターンが形成されている領域）も大きくなっている。このためレチクルの自重によるたわみが無視できなくなっており、レチクル（ガラス基板）の厚み、あるいは剛性率の相違等が結像特性の変動を発生させる場合もある。

さらに、レチクルのパターンの微細化に伴ないレチクル上の微細なゴミを無視できなくなり、ベリクル（異物付着防止膜）を具備したレチクルを

使用する場合がある。

このようなレチクルを使用して投影露光する場合、ベリクル自体の屈折率が空気と異なるため、ベリクルの有無、もしくは種類、製造誤差等により、倍率、焦点位置、像面歪曲等の結像特性に変動が生じる要因となる場合がある。

これを第3図を用いて説明する。第3図(A)はベリクルが装着されていない状態のレチクルの場合であり、レチクル側が非テレセントリックな光学系の場合を示す。レチクル51の下面にはパターン52が形成されており、主光線54、55により投影レンズ50を介してその像が投影される。

第3図(B)はベリクル57がベリクル取付枠56を介して装着されたレチクルの場合である。ここで、通常ベリクルはレチクルの上下に取り付けられるが、この例では下側のみを示している。この図に誇張して示す様にベリクル57の屈折率が空気中と異なるため、主光線54、55は点線54'、55'で示した光路となり、ベリクル無

しの場合の光路とは異なる光路を主光線が進むため、光学系の結像特性に変化が生ずる。

また、ベリクルとレチクルとの間の空間が密封されているため、周囲の大気圧の変動に応じてベリクルが変形したり、密封されている空間の圧力変化に基づく屈折率の変化により、結像特性に影響を及ぼす場合がある。

これを第3図(C)に示す。この図では、ベリクル取り付け時の大気圧より現在の大気圧が低くなった例を誇張して示しており、この影響でベリクル膜57'は下側へ膨らんでいる。このため主光線54、55は、点線54''、55''で示した光路になり第3図(A)の光路からずれ、結像特性に大きな影響を与えることとなる。これらは、特にレチクル側が非テレセントリック系な光学系を使用する投影光学装置に大きな影響を与える。

前記の従来技術ではこれらの点が考慮されてないため、マスクの特性、即ちレチクルの種類（材質）・厚さ・剛性率（たわみ）、ベリクルの有無、或は変形等による結像特性の変動を補正でき

ないという問題点があった。

このため上記のように、同一の投影光学系を用いた露光装置でも、使用するマスクの諸特性により結像特性に変化をきたし、さらに、同一マスクを使用しても露光装置（投影光学系）の機種により結像特性への影響が異なるため、マスク、露光装置の機種を厳密に選ばなければ良好な重ね合せ精度が得られない。

本発明は、これらの問題に鑑みてなされたもので、マスクの諸特性にかかわらず一定の結像特性が得られる投影光学装置の供給を目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記問題点の解決の為に本発明では、所定のパターンが形成されたマスクを照明し、該パターンの像を投影光学系を介して、被投影基板上に所定の結像状態で結像させる投影光学装置において、前記投影光学系の結像特性に影響を与える前記マスクの特性データを予め記録しておく記録手段と、前記記録手段に記録された前記特性データに基づき前記投影光学系の結像特性の補正量を演算す

る演算手段と、前記補正量に基づき前記投影光学系の結像特性を補正する結像特性補正手段とを具備させている。

〔作用〕

本発明は上記のように構成されているため、マスクが投影光学系の結像特性に影響を与える諸特性のデータを予め記録しておき、その記録をもとに結像特性の変動を計算によって求めて補正量を算出し、補正手段によって変動分を補正する。

ここで、マスクの特性データとしては、マスクを構成するレチクルの厚み、剛性率もしくはガラス基板の種類等の少なくとも一つ以上が考えられる。

さらに、マスクの特性データには、使用するレチクルにおけるベリクルの有無、並びにベリクル付きの場合には、そのベリクルの厚み、屈折率、張力、ベリクル取付け時の大気圧等の少なくとも一つ以上が考えられる。

この場合、マスクの特性データとして、上記の個々のデータの代りにレチクル若しくはベリクル

の種類として記録させることもでき、露光波長に応じて記録させておくことが望ましい。

このように本発明においては、マスクの特性に基づく結像特性の変動分を結像特性補正手段でフィードバック・コントロールしているため、マスクの特性による結像特性変動をキャンセルすることができるので、常に良好な結像状態を維持することができる。

以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

〔実施例〕

第1図は、本発明の一実施例に係る縮小投影露光装置の構成を示したものである。

この装置では、露光光源1から出た光線1Lがシャッターを備えた光強度一様化照明部2を通過し、コンデンサレンズ3を介してミラー4で折りまげられ、レチクルステージ5に支持されたレチクルRを照射する。

所定の回路パターンPAが描かれたレチクルRを通過した照明光1Lは片側（ウェハ側）テレセ

ントリックな、投影レンズ6を介してウェハW上にレチクルR（回路パターンPA）の像を結像する。

ウェハWは、ウェハチャック7に真空吸着されており、ウェハチャック7はモータ10によりZ方向（光軸方向）へ移動可能なZステージ8上にある。

さらに、Zステージ8はモータ13により2次元移動可能なXYステージ9上に載置され、その位置はレーザ干渉計11によって、例えば0.01 μ mの分解能で常時検出される。

また、Zステージ8の端部には干渉計11からのレーザビームを反射する移動鏡9が固定されている。

次に結像特性の補正機構の一例を説明する。

本実施例では、結像特性として、投影レンズ8の倍率、焦点位置を考えている。基本的な補正機構は、「特開昭60-78454号」、「特開昭61-183928号」と全く同様なものであるので、以下簡易な説明を行なう。

投影レンズ6の倍率補正機構としては、投影レンズ6中の空気室14の圧力を調整する方法がある。空気室14は、倍率補正に通した2枚もしくは、それ以上のレンズ間隔を密封したもので、空気室14内部の圧力はベローズポンプ、弁等で構成された圧力制御部15により調整され、主制御系20から指示に従い最適な圧力に変更されて保たれる。

次に焦点位置補正機構としては、投影レンズ6とウェハWとの距離を一定に保つ機構にオフセットを持たせる方法による。

投影レンズ6とウェハWとの距離を一定に保つ機構を以下に説明する。LED等の光源、焦光レンズ等からなる投光器16からウェハW上で結像するように光を照明し、SPD等の受光素子、集光レンズ等からなる受光器17により、ウェハWからの反射光を受ける。

ウェハWが所定位置からずれている場合、反射光がシフトし、ずれ量を検出することができる。ずれ量の信号は主制御系20に送られ、主制御系

20はウェハWが所定位置に来るまで、Zステージ8を光軸方向へ駆動するモーター10に信号を送り、常に投影レンズ6とウェハWとの間隔を一定に保つ。

ここで、焦点検出系16、17にオフセットを持たせる場合には、反射光の光路を光学素子(ブレンパラレル等)によりシフトさせるか、ずれ量の信号にオフセットを持たせる等の方法で行なう。

また、主制御系20はセンサ19からの環境(大気圧等)に関する情報とともに、記憶部18に格納されているレチクル及びベリクルの特性データを入力して投影レンズ6の結像特性の変動量を算出し、この演算値に応じて圧力制御部15、焦点検出系16、17に所定の指令を与える他、装置全体を統括制御する。

次に本実施例の動作の説明を行なう。

第2図は、ベリクル21をベリクル支持枠22を介してレチクルRの両面に装着したマスクの例である。

このようなベリクル21が装着されたレチクルRを使用する場合、ベリクル21の材質、厚さ、屈折率、張り具合、ベリクル21を装着した時の大気圧、縮小投影露光装置内で使用する時の縮小投影露光装置内の圧力等と、これらが倍率、焦点位置等の結像特性にもたらす変動量との関係を実験もしくはシミュレーション等で求めておいて、主制御系20の内部の記憶部18等にテーブルもしくは数式の形で持たせておくことよい。上記のベリクル21の情報をすべて使用あるいは記憶する必要はなく、精度上最小限必要なものだけでよい。

そして、ベリクル21のついたレチクルRを使用する時に、事前にレチクルR及びベリクル21の材質等の特性データを記憶部18から読み出すとともに、縮小投影露光装置内の大気圧等をセンサ19により検出して主制御系20に入力し、環境変化、露光光吸収等による投影レンズ5の結像特性の変動量と、レチクル及びベリクルの特性に応じた結像特性の変動量とをそれぞれ算出して、

これらを合わせた倍率・焦点変動量を求める。

尚、予めレチクル毎にベリクルの有無、さらにはその特性データに基づいて結像特性の変動量を算出して記憶部18に登録しておき、該当するレチクルを使用するときに記憶部18から呼び出す方法も考えられる。この場合にはレチクルにバーコードを付しておき、そのバーコードを読み取ることにより対応する変動量を記憶部18から読み出すようにすれば良い。また、レチクル及びベリクルの特性データ(あるいは結像特性変動量)をバーコードとしてレチクルに書き込んでおいても構わない。

さて、倍率変化に対しては、空気室14の内部圧力と外気の圧力との差圧と倍率が比例することにより、倍率変化を打ち消すような差圧を空気室14に与えてやればよい。この比例定数も、あらかじめ求めておいて記憶部18データとして持ち、主制御系20は空気室14の目標圧力を算出し、圧力制御部15に出力する。そして圧力制御部15は、空気室14が常に目標圧となるように

制御する。

一方、焦点位置に関しては、主制御系20は焦点変動にウェハW面が追従するように、オフセット信号を受光器17に出力する。

以上の方法によりベリクルを具備したレチクルによる倍率、焦点変動を補正できる。

本実施例では、マスクの特性の内、レチクルR、ベリクル21の特性から結像特性の計算を行ったが、レチクルRのガラスの厚みと剛性によって自重によるレチクルRのたわみ量が異なるため、ベリクル21の特性同様に結像特性に影響を与える場合がある。このため、本実施例と同様な方法によりレチクルRのたわみ量に伴う結像特性の変化も補正を行なうことが望ましい。

さらに、本実施例では補正機構として、倍率については投影レンズ内の空気室14の圧力調整により、また、焦点位置については焦点検出系16、17に光学的または電気的にオフセットを持たせることによる方法を例としてあげたが、他の方法で補正を加えるものでもよい。

し得るので、上記実施例と同様の動作(ただし、さらにレチクルの傾斜量を考慮する)で結像特性を補正することが望ましい。

また、本実施例では露光時の投影光学系の結像特性について述べたが、TTR(Through The Reticle)方式のアライメントセンサー(アライメント波長は露光波長、非露光波長のいずれでも良い)に対しても本発明を適用することができ、レチクルやベリクルの特性に応じたアライメント誤差をほぼ零とすることができる。

[発明の効果]

以上のように本発明によれば、マスクの諸特性による結像特性の変動を補正機構により補正するため、マスクの諸特性による影響が結像特性に及ばないという効果がある。

このため、マスクの種類によらず常に良好な結像状態を保ったまま投影が行える利点がある。

さらに、もともと補正機構を備えた装置については、大きな改造をすることなく、低コストで簡単に実現できる効果がある。

例えば、投影レンズ6を構成するレンズ・エレメントの一枚または複数のレンズエレメントもしくはレチクルを3次的に駆動する方法、レチクルと投影レンズの間隔をかえる方法、投影レンズの上方または下方に2枚の平行平板ガラスを置き内部の圧力を変える方法等が考えられる。

本実施例では、補正する結像特性として、倍率と焦点位置とを考えたが、他にも像面湾曲、ディストーション等を、倍率・焦点位置と同時に補正することも考えられる。この場合、補正項目ごとに独立して補正できる機構が必要となる。

例えばディストーションについては、レチクルを水平面に対して傾斜させる。もしくは投影レンズの一部のレンズエレメントを傾斜または水平面でシフトさせれば良い。

また、本実施例では片側にテレセントリックな投影光学系について述べたが、ディストーション補正のためにレチクルを傾斜させる場合には、両側テレセントリックな投影光学系であっても、レチクル、ベリクルの特性に応じて結像特性が変動

加えて、複数種のマスクを交換して使用する場合、あるいは露光装置の種類が異なる場合においても良好な重ね合せ精度が得られる利点がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を縮小投影露光装置に応用した場合の装置の概略構成を示す説明図。

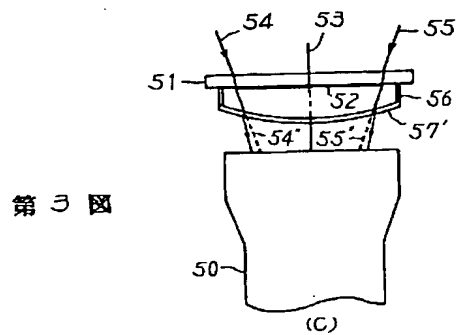
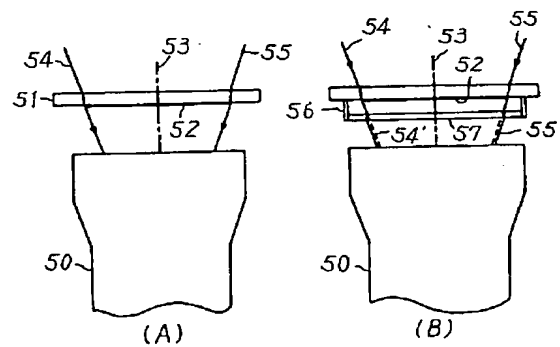
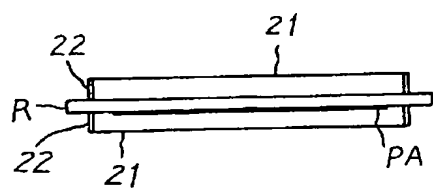
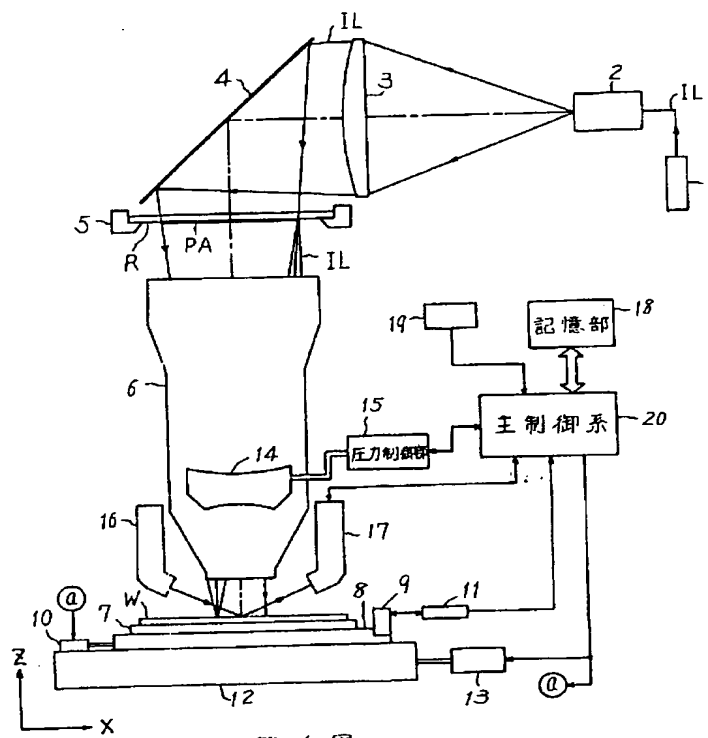
第2図はベリクルを具備したレチクルの一例を示す説明図。

第3図(A)～(C)はベリクルが結像特性に影響を与える様子を示した説明図である。

[主要部分の符号の説明]

R…レチクル、W…ウェハ、1…光源、6…投影光学系、14…空気室、20…主制御系、21…ベリクル、

代理人 弁理士 佐藤 正 年



第 3 図

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第7部門第2区分
【発行日】平成11年(1999)12月10日

【公開番号】特開平4-130711
【公開日】平成4年(1992)5月1日
【年通号数】公開特許公報4-1308
【出願番号】特願平2-250288
【国際特許分類第6版】

H01L 21/027
G03F 7/20 521

【F I】

H01L 21/30 515 D
G03F 7/20 521
H01L 21/30 516 A



(59,400円) 手続補正費

平成10年 3月16日

特許庁長官様

1. 事件の表示

平成 2 年 特許第 250288 号

2. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

名称 (411) 株式会社ニコン

代表者 取締役社長 田 一 郎

3. 代理人

住所 東京都品川区西大井1丁目6番3号

株式会社ニコン 大井製作所内

氏名 (7818) 弁護士 渡辺 隆

連絡先電話番号 (3773) 7011 知的財産部課

4. 補正により増加する請求項の数

22

5. 補正の対象

明細書

6. 補正の内容

(1)発明の名称を『投影光学装置および露光方法』に変更する。

(2)特許請求の範囲を添削の通り補正する。

(3)明細書第7頁第13行～第8頁第3行の『所定のパターンが～させている。』を、『所定のパターンが形成されたマスク(R)を照明し、該パターンの像を被投影基板(W)上に結像させる投影光学装置において、前記マスクのパターンの像を前記被投影基板上に投影する投影光学系(6)と、前記マスクの異物付着を防止するための保護部材(21)に関するデータに基づいて前記投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整手段(14、15、20)とを具備させている。また、本発明では、所定のパターンが形成されたマスク(R)を照明し、該パターンの像を被投影基板(W)上に結像させる投影光学装置において、前記マスクのパターンの像を前記被投影基板上に投影する投影光学系(6)と、前記マスクの露光に関するデータに基づいて前記投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整手段(14、15、20)とを具備させている。』に補正する。

(4)明細書第8頁第5行～第9行の『マスクが～補正する。』を、『例えば、投影光学系の結像特性に影響を与えるマスクの露光データに基づいて結像特性調整手段によって結像特性を調整する。』に補正する。

(5)明細書第9頁第3行～第8行の『マスクの～できる。』を、『マスクの特性に基づいて投影光学系の結像特性を結像特性調整手段でフィードバック・コントロールしているため、マスク特性の結像特性への影響をキャンセルすることができるので、常に良好な結像状態を維持することができる。』に補正する。

以上

別紙

2. 特許請求の範囲

- (1)所定のパターンが形成されたマスクを照明し、該パターンの像を被投影基板上に結像させる投影光学装置において、
前記マスクのパターンの像を前記被投影基板上に投影する投影光学系と、
前記マスクの異物付着を防止するための保護部材に関するデータに基づいて前記投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整手段と、
を備えたことを特徴とする投影光学装置。
- (2)前記データを記録する記録手段と、
該記録手段に記録された前記データに基づき前記投影光学系の結像特性の調整量を算出する算出手段とをさらに備え、
前記結像特性調整手段は、前記算出手段で算出された調整量に基づき前記投影光学系の結像特性を調整することを特徴とする請求項第1項に記載の投影光学装置。
- (3)前記保護部材はペリクルであることを特徴とする請求項第1項に記載の投影光学装置。
- (4)前記データは、前記マスクの接着されたペリクルの圧力または前記マスクにペリクルを接着するときの大気圧に関するデータを含むことを特徴とする請求項第3項に記載の投影光学装置。
- (5)前記データは、前記マスクに対する前記保護部材の接着の有無であることを特徴とする請求項第1項又は第3項に記載の投影光学装置。
- (6)前記データは、前記保護部材の厚みまたは屈折率に関するデータを含むことを特徴とする請求項第1項又は第3項に記載の投影光学装置。
- (7)前記結像特性調整手段は、前記投影光学系中の所定の密着空間の圧力を調整することにより前記結像特性の調整を行うことを特徴とする請求項第1項又は第3項に記載の投影光学装置。
- (8)前記結像特性調整手段は、前記投影光学系を構成する一部のレンズを移動することにより前記結像特性の調整を行うことを特徴とする請求項第1項又は第3項